

10/528331

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,  
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

 **ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ  
ПРОМЫШЛЕННОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

Бережковская наб., 30, корп. 1, Москва, Г-59, ГСП-5, 123995  
Телефон 240 60 15. Телекс 114818 ПДЧ. Факс 243 33 37

REC'D 13 AUG 2004	
WIPO	PCT

Наш № 20/12-431

«14» июля 2004 г.

### СПРАВКА

Федеральный институт промышленной собственности (далее – Институт) настоящим удостоверяет, что приложенные материалы являются точным воспроизведением первоначального описания, формулы, реферата и чертежей (если имеются) заявки № 2003116084 на выдачу патента на изобретение, поданной в Институт в мае месяце 30 дня 2003 года (30.05.2003).

Название изобретения:

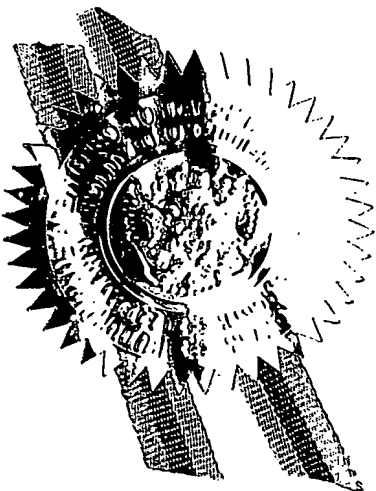
Способ измерения точки росы и устройство  
для его осуществления

Заявитель:

ДЕРЕВЯГИН Александр Михайлович

Действительные авторы:

ДЕРЕВЯГИН Александр Михайлович  
ФОМИН Александр Сергеевич  
СЕЛЕЗНЁВ Сергей Викторович



**PRIORITY  
DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

REC'D 13 AUG 2004	
WIPO	PCT

Заведующий отделом 20



А.Л.Журавлев

BEST AVAILABLE COPY

сертификат  
Осуществление  
ИЗМ. 01.01  
Федоров

2003116084



## СПОСОБ ИЗМЕРЕНИЯ ТОЧКИ РОСЫ И УСТРОЙСТВО ДЛЯ ЕГО ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ.

Изобретение относится к области измерительной техники, в частности к измерению влажности газов методом точки росы и может быть использовано в конденсационных гигрометрах, индикаторах коррозионного конденсата, а также в исследовательских целях для определения величины концентрации конденсируемых примесей в заданном объеме исследуемого газа и температуры гидратообразования в газе и т. п.

Известен способ измерения точки росы, заключающийся в подаче исследуемого газа на охлаждаемый участок оптически прозрачного тела, через который пропускают световой поток, и регистрации изменения интенсивности светового потока, по которому судят о наступлении точки росы, а также реализованный в данном способе измеритель точки росы, содержащий охлаждаемый участок оптически прозрачного тела, заключенный в корпусе и соединенный через световоды с излучателями и с преобразователем светового потока, подключенным к регистратору, охладитель и датчик температуры (SU №1744618, 1989 г.).

Недостатком известных технических решений является невысокая надежность из-за возможного загрязнения примесями исследуемого газа оптически прозрачного тела, из-за чего может возникнуть ненужный слой, который может привести к неточным измерениям и потере работоспособности.

По технической сущности наиболее близким к предложенному способу является способ измерения точки росы, заключающийся в подаче исследуемого газа на охлаждаемый элемент с конденсационной поверхностью, на которую направляют световой поток, и регистрации величины отраженного от конденсационной поверхности светового

потока, по которой судят о наступлении точки росы (См. патент РФ №2085925, кл. G01N 25/08, от 20.07.1995 г.).

Недостатком известного способа является относительно низкая точность измерения, обусловленная наличием относительно длительного переходного процесса при измерении.

По технической сущности наиболее близким к предложенному устройству является измеритель точки росы, содержащий заключенные в корпусе, снабженном пробоотборной трубкой, охлаждаемый элемент с конденсационной поверхностью, соединенный через оптический элемент с излучателем, регистратор, охладитель и датчик температуры (См. патент РФ №2085925, кл. G01N 25/08, от 20.07.1995 г.).

Недостатком известного устройства является относительно низкая чувствительность, что снижает точность измерения, так как переходный процесс при фиксации точки росы относительно длителен.

Кроме того, функциональные возможности известного устройства ограничены лишь основным его назначением - измерением точки росы.

Техническим результатом является повышение точности измерения за счет увеличения чувствительности.

Дополнительным техническим результатом является расширение функциональных возможностей за счет обеспечения измерения величины концентрации конденсируемых примесей в заданном объеме исследуемого газа за определенный период времени, а также достоверной регистрации капель воды или гидратов и возможности автокалибровки.

Достигается это тем, что в способе измерения точки росы, заключающемся в подаче исследуемого газа на охлаждаемый элемент с конденсационной поверхностью, на которую направляют световой поток, и регистрации величины отраженного от конденсационной

поверхности светового потока, по которой судят о насуплении точки росы, согласно изобретению, световой поток используют поляризованным в плоскости его падения и направляют на конденсационную поверхность охлаждаемого элемента, выполненного из диэлектрика, под углом, при котором нет отражения светового потока от конденсационной поверхности охлаждаемого элемента при отсутствии конденсата, кроме того, для определения величины концентрации конденсируемых примесей в заданном объеме исследуемого газа измеряют разность фаз между лучами, отраженными от конденсационной поверхности охлаждаемого элемента и поверхности пленки конденсата, и рассчитывают толщину  $h$  пленки конденсата на конденсационной поверхности охлаждаемого элемента, по формуле:

$$h = \frac{(\varphi - \pi) \cdot \lambda}{2\pi \cdot 2 \cdot n_1 \cdot \sin \alpha \left( \frac{1}{\sin \beta \cdot \cos \beta} - \sin \beta \right)},$$

где  $\varphi$  - разность фаз между лучами,

$\lambda$  - длина волны в вакууме,

$n_1$  - показатель преломления исследуемого газа,

$\alpha$  - угол Брюстера,

$\beta$  - угол преломления луча в пленке конденсата,

и по значению толщины пленки, образованной за определённый период времени, находят концентрацию конденсируемых примесей.

Согласно другому изобретению, в измерителе точки росы, содержащем заключенные в корпусе, снабженном пробоотборной трубкой, охлаждаемый элемент с конденсационной поверхностью, соединенный через оптический элемент с излучателем, регистратор, охладитель и датчик температуры, охлаждаемый элемент с конденсационной поверхностью выполнен в виде диэлектрической пластины, а излучатель - в виде источника света, поляризованного в

плоскости его падения, причем оптический элемент расположен таким образом, что световой поток источника поляризованного света направлен на конденсационную поверхность охлаждаемого элемента предпочтительно под углом, тангенс которого равен показателю преломления, - углом Брюстера, при этом направление потока поляризованного света на конденсационную поверхность охлаждаемого элемента предпочтительно выбрано под углом, находящимся в диапазоне  $\pm 9^\circ$  от значения угла Брюстера, кроме того, он снабжен как минимум одним дополнительным регистратором, предназначенным для измерения рассеянных лучей, отраженных от поверхности образованного конденсата, причем корпус снабжен охладителем и датчиком температуры, установленными на его пробоотборной трубке.

Сущность изобретения заключается в том, что использование светового потока, поляризованного в плоскости его падения и направленного под углом Брюстера на диэлектрическую поверхность охлаждаемого элемента, позволяет обеспечить значительное увеличение чувствительности к появлению конденсируемых примесей, что увеличивает точность измерения точки росы.

Кроме того, появляются дополнительные возможности по исследованию газа, автокалибровки устройства, что расширяет функциональные возможности устройства.

Сравнение предлагаемых способа и устройства с ближайшими аналогами позволяет судить о соответствии критерию «новизна», а отсутствие отличительных признаков говорит о соответствии критерию «изобретательский уровень».

Предварительные испытания позволяют судить о возможности широкого промышленного применения.

На фиг. 1 представлена конструкция заявляемого устройства, реализующего заявляемый способ, а на фиг. 2 – схема, поясняющая принцип измерения приращения толщины осажденной пленки.

Способ измерения точки росы заключается в подаче исследуемого газа на охлаждаемый элемент с конденсационной поверхностью, на которую направляют световой поток, и регистрации величины отраженного от конденсационной поверхности светового потока, по которой судят о наступлении точки росы.

Особенностью изобретения является то, что световой поток используют поляризованным в плоскости его падения и направляют на конденсационную поверхность охлаждаемого элемента под углом, при котором нет отражения светового потока от конденсационной поверхности, выполненного из диэлектрика.

Следует отметить, что согласно закону Брюстера, если световой луч падает на поверхность диэлектрика под углом  $\alpha$ , тангенс которого равен показателю преломления, то свет, отраженный от поверхности диэлектрика, полностью поляризован (см. [www.RUBRICON.ru](http://www.RUBRICON.ru), Российский энциклопедический словарь).

Поэтому при попадании света, поляризованного параллельно плоскости падения (р-компонента), на диэлектрическую поверхность при отсутствии конденсата не будет отражения от поданных на эту поверхность поляризованных лучей, так как они преломляются в отражающую среду, т. е. поглощаются в диэлектрике (см. Приложение: Б.С.Э., Зеркальное отражение света, <http://encycl.yandex.ru>). А при появлении конденсата часть светового поляризованного потока не доходит до диэлектрика и мгновенно происходит отражение поляризованных лучей и отраженный световой поток фиксируется регистратором.

Для определения величины концентрации конденсируемых примесей в заданном объеме исследуемого газа измеряют разность фаз между лучами, отраженными от конденсационной поверхности охлаждаемого элемента и поверхности пленки конденсата, и рассчитывают толщину  $h$  пленки конденсата, например, тяжелых углеводородов или спирта, на конденсационной поверхности охлаждаемого элемента, по формуле:

$$h = \frac{(\varphi - \pi) \cdot \lambda}{2\pi \cdot 2 \cdot n_1 \cdot \sin \alpha \left( \frac{1}{\sin \beta \cdot \cos \beta} - \sin \beta \right)},$$

где  $\varphi$  - разность фаз между лучами,

$\lambda$  - длина волны в вакууме,

$n_1$  - показатель преломления исследуемого газа,

$\alpha$  - угол Брюстера,

$\beta$  - угол преломления луча в пленке конденсата.

После этого по значению толщины пленки, образованной за определённый период времени, находят концентрацию конденсируемых примесей.

Измеритель точки росы, реализующий заявляемый способ, содержит заключенные в корпусе 1, снабженном пробоотборной трубкой 2, охлаждаемый элемент 3 с конденсационной поверхностью и соединенный через оптический элемент 4 с излучателем 5.

Кроме того, устройство также содержит регистратор 6, охладитель 7 и датчик 8 температуры.

Особенностью изобретения является то, что охлаждаемый элемент 3 с конденсационной поверхностью выполнен в виде диэлектрической пластины, а излучатель 5 - в виде источника света, поляризованного в плоскости его падения.

При этом оптический элемент 4 расположен таким образом, что световой поток источника поляризованного света направлен на конденсационную поверхность охлаждаемого элемента 3 предпочтительно под углом, тангенс которого равен показателю преломления (см. закон Брюстера Российский энциклопедический словарь).

Выбор этого угла производят в диапазоне  $\pm 9^0$  от значения угла Брюстера. Указанный диапазон выбран на основании экспериментальных испытаний.

Кроме того, устройство снабжено как минимум одним дополнительным регистратором 9-1, предназначенным для регистрации воды, а также вторым дополнительным регистратором 9-2, предназначенным для регистрации льда, образованных на конденсационной поверхности охлаждаемого элемента 3.

Следует отметить, что корпус 1 снабжен охладителем 10 и датчиком 11 температуры.

Расположение регистраторов 9-1 и 9-2 выбирается экспериментально. Пробоотборная трубка 2 имеет дно 12, входное и выходное отверстия 13 и 14, соответственно. Это обеспечивает фиксацию заданного объема исследуемого газа.

Оптический элемент 4, через который пропускают световой поток 15, загерметизирован при помощи уплотнительного кольца 15.

Устройство работает следующим образом.

При помещении устройства в среду исследуемого газа или смеси газов, последние поступают на конденсационную поверхность охлаждаемого элемента 3 и в случае отсутствия в ней конденсируемых примесей конденсат не выделяется и поляризованный световой поток, направляемый под углом Брюстера, не отражается от поверхности диэлектрика, т. к. поглощается в нем.



Поэтому регистратор 6 не фиксирует световые лучи и не происходит регистрация температуры точки росы.

При наличии конденсируемых примесей в исследуемом газе на конденсационной поверхности охлаждаемого элемента 3 при определенной температуре образуются слой конденсата и/или мелкодисперсные капли шарообразной формы, или кристаллы инея или гидратов.

За счет отражения светового потока от поверхности конденсата при определенной температуре охлаждаемого элемента 3 происходит срабатывание регистратора 6.

Следует отметить, что регистрация светового потока при этом происходит даже при незначительном появлении конденсата на конденсационной поверхности охлаждаемого элемента 3. Это определяет высокую чувствительность устройства, а следовательно и точность измерения.

Предложенное устройство позволяет определить величину концентрации конденсируемых примесей в заданном объеме исследуемого газа через измерение приращения толщины осажденной пленки (см. фиг. 2).

Здесь 17-1 - исследуемый газ, имеющий показатель преломления  $n_1$ , 17-2 - осаждаемая пленка толщиной  $h$ , имеющая показатель преломления  $n_2$ , а 3 - охлаждаемый элемент из диэлектрика, имеющий показатель преломления  $n_3$ .

Эта структура освещается источником света, поляризованного параллельно плоскости его падения под углом  $\alpha$  - углом Брюстера. На двух границах раздела происходят отражения.

Анализ показывает, что при

$$\alpha = \arctg (n_3/n_1) \quad (1)$$

коэффициенты отражения от обеих границ раздела равны по модулю и противоположны по фазе.

Разность фаз между лучами, приходящими к регистратору по путям OAB и ОС, равна:

$$\varphi = \frac{2\pi}{\lambda} \cdot 2 \cdot h \cdot n_1 \cdot \sin \alpha \cdot \left( \frac{1}{\sin \beta \cdot \cos \beta} - \sin \beta \right) + \pi ,$$

где  $\lambda$  - длина волны в вакууме.

Видно, что разность фаз  $\varphi$  - периодическая функция толщины пленки  $h$ , следовательно при интерференции лучей, отраженных от двух границ раздела, интенсивность поступающего на фотоприемник света также будет периодической функцией от  $h$ . Путем подсчета периодов изменения интенсивности света определяем приращение толщины пленки -  $h$ .

Условие (1) соответствует углу Брюстера для границы газ-подложка, т.е. для толщины пленки равной нулю. При небольших отклонениях от условия (1) описанный эффект не исчезает в диапазоне  $\pm 9^\circ$ , однако амплитуда модуляции интенсивности света уменьшается вследствие нарушения равенства коэффициентов отражения.

После этого толщину пленки  $h$  конденсата можно определить по формуле:

$$h = \frac{(\varphi - \pi) \cdot \lambda}{2\pi \cdot 2 \cdot n_1 \cdot \sin \alpha \left( \frac{1}{\sin \beta \cdot \cos \beta} - \sin \beta \right)} ,$$

где  $\varphi$  - разность фаз между лучами,

$\lambda$  - длина волны в вакууме,

$n_1$  - показатель преломления исследуемого газа,

$\alpha$  - угол Брюстера,

$\beta$  - угол преломления луча в пленке конденсата.

Дополнительные регистраторы 9-1 и 9-2 используют для фиксации появления мелкодисперсных капель шарообразной формы и кристаллов инея или гидрата, соответственно. При этом их расположение определяют экспериментально.

Охладитель 10 и датчик 11 температуры используют для предварительного охлаждения газа, находящегося в пробоотборной трубке 2. При этом температура точки росы в объеме трубки 2 становится равной температуре трубки 2. Отсюда температура точки росы по измерителю косвенным образом соответствует этой же температуре, что можно использовать при автокалибровке устройства.

Форма оптического элемента 4 может быть различной. Главным является направление светового потока 15.

Таким образом в предлагаемых технических решениях достигается поставленный технический результат — повышение точности измерения при расширении функциональных возможностей.

Патентный поверенный



Л.Г. Багян

Ферейна замкнута  
ЗМ 01.07.2003  
Рогова 88

1. Способ измерения точки росы, заключающийся в подаче исследуемого газа на охлаждаемый элемент с конденсационной поверхностью, на которую направляют световой поток, и регистрации величины отраженного от конденсационной поверхности светового потока, по которой судят о наступлении точки росы, отличающийся тем, что световой поток используют поляризованным в плоскости его падения и направляют на конденсационную поверхность охлаждаемого элемента, выполненного из диэлектрика, под углом, при котором нет отражения светового потока от конденсационной поверхности охлаждаемого элемента при отсутствии конденсата.

2. Способ по п.1, отличающийся тем, что для определения величины концентрации конденсируемых примесей в заданном объеме исследуемого газа измеряют разность фаз между лучами, отраженными от конденсационной поверхности охлаждаемого элемента и поверхности пленки конденсата, и рассчитывают толщину  $h$  пленки конденсата на конденсационной поверхности охлаждаемого элемента, по формуле:

$$h = \frac{(\varphi - \pi) \cdot \lambda}{2\pi \cdot 2 \cdot n_1 \cdot \sin \alpha \left( \frac{1}{\sin \beta \cdot \cos \beta} - \sin \beta \right)},$$

где  $\varphi$  - разность фаз между лучами,

$\lambda$  - длина волны в вакууме,

$n_1$  - показатель преломления исследуемого газа,

$\alpha$  - угол Брюстера,

$\beta$  - угол преломления луча в пленке конденсата,

и по значению толщины пленки, образованной за определённый период времени, находят концентрацию конденсируемых примесей.

3. Измеритель точки росы, содержащий заключенные в корпусе, снабженном пробоотборной трубкой, охлаждаемый элемент с конденсационной поверхностью, соединенный через оптический элемент с излучателем, регистратор, охладитель и датчик температуры, отличающийся тем, что охлаждаемый элемент с конденсационной поверхностью выполнен в виде диэлектрической пластины, а излучатель — в виде источника света, поляризованного в плоскости его падения, причем оптический элемент расположен таким образом, что световой поток источника поляризованного света направлен на конденсационную поверхность охлаждаемого элемента предпочтительно под углом, тангенс которого равен показателю преломления, - углом Брюстера.

4. Измеритель по п.3, отличающийся тем, что направление потока поляризованного света на конденсационную поверхность охлаждаемого элемента предпочтительно выбрано под углом, находящимся в диапазоне  $\pm 9^\circ$  от значения угла Брюстера.

5. Измеритель по п.3, отличающийся тем, что он снабжен как минимум одним дополнительным регистратором, предназначенным для измерения рассеянных лучей, отраженных от поверхности образованного конденсата.

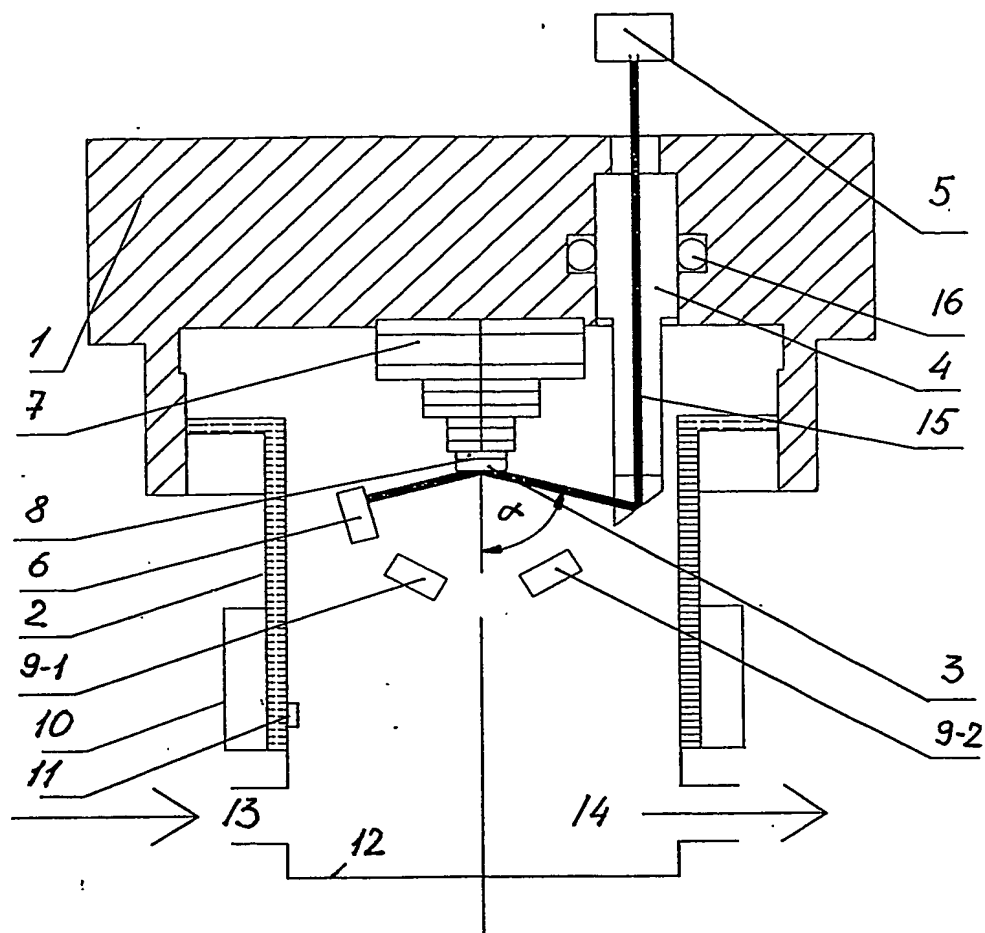
6. Измеритель по п.3, отличающийся тем, что корпус снабжен охладителем и датчиком температуры, установленными на его пробоотборной трубке.

Патентный поверенный

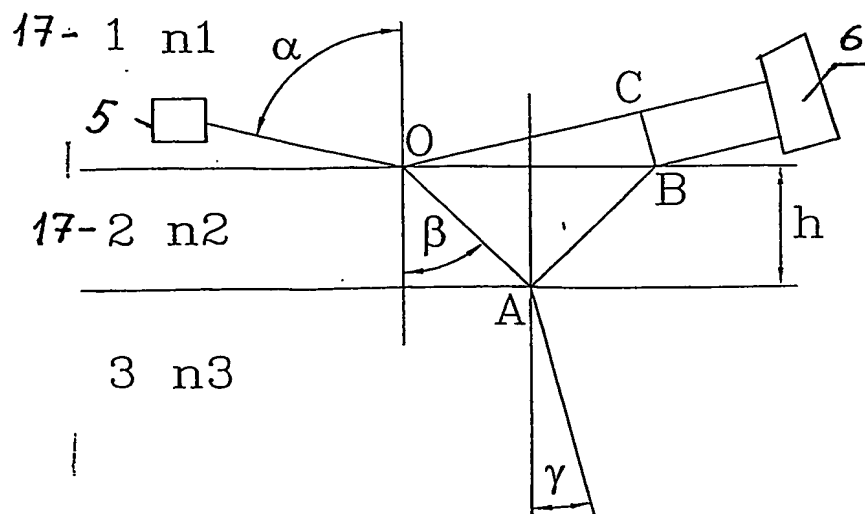


Л. Г. Багян

# Способ измерения точки росы и устройство для его осуществления



ФИГ. 1



ФИГ. 2

## РЕФЕРАТ

Изобретение относится к области измерительной техники.

Для повышения точности измерения за счет увеличения чувствительности в способе измерения точки росы световой поток используют поляризованным в плоскости его падения и направляют на конденсационную поверхность охлаждаемого элемента, выполненного из диэлектрика, под углом, при котором нет отражения светового потока от конденсационной поверхности охлаждаемого элемента при отсутствии конденсата. ИЛ. 1 Л.

Референт



Л. Г. Багян

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ BLACK BORDERS
- ☒ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**